

1023803

EUROPEAN PATENT OFFICE

LITERATUUR KOPIEEN

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 61025146
PUBLICATION DATE : 04-02-86

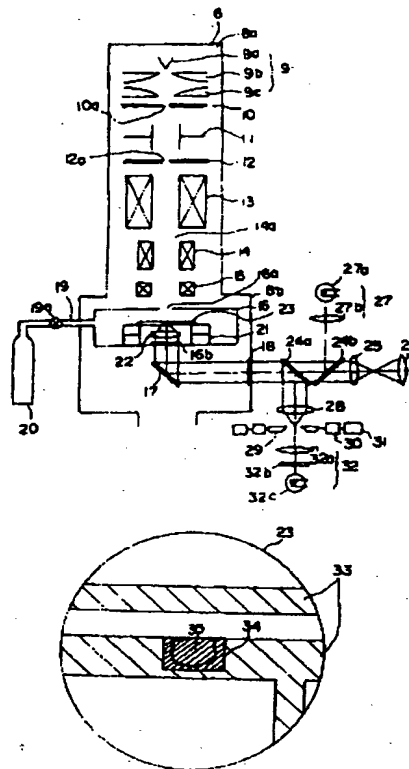
APPLICATION DATE : 13-07-84
APPLICATION NUMBER : 59144479

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : HARAICHI SATOSHI;

INT.CL. : G03F 1/00 H01L 21/30

TITLE : CORRECTING METHOD OF DEFECT OF PHOTOMASK



ABSTRACT : **PURPOSE:** To reduce the man-power of correction and to shorten the correction time by irradiating an absence defective part of the photomask with an electron beam in an atmosphere of material gas, and depositing an opaque film of the decomposition product of the material gas on the absence defective part and thus making a correction.

CONSTITUTION: While the pattern 33 of the photomask 23 and a projection image 34 of a rectangular slit 29 are observed simultaneously through an ocular lens 26, the position of the projection image 34 of the rectangular slit 29 is adjusted through a slit position moving mechanism 30 to align the projection images 33 and 34 to each other so that the projection image 34 covers the absence defective image 35 of the photomask 23 completely. The pattern surface 33 of the photomask 23 is irradiated so that the scanning position of the electron beam from an electron gun 9 is inside the projection image 34. The material gas $(C_6H_6)_2Cr$ is admitted to a subchamber 16 from an on-off valve 38 to deposit the light shield film of the decomposition product Cr or compound of Cr and carbon on the absence defective part 35, thus making a correction.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (1888)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-25146

⑬ Int.Cl.⁴

G 03 F 1/00
H 01 L 21/30

識別記号

GCA

庁内整理番号

Y-7174-2H
Z-6603-5F

⑭ 公開 昭和61年(1986)2月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 8 頁)

⑮ 発明の名称 フォトマスク欠陥修正方法

⑯ 特 願 昭59-144479

⑰ 出 願 昭59(1984)7月13日

⑱ 発 明 者 本 郷 幹 雄 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 水 越 克 郎 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 発 明 者 宮 内 建 興 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

㉑ 発 明 者 山 口 博 司 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 フォトマスク欠陥修正方法

特許請求の範囲

1. 材料ガス雰囲気中に置かれたフォトマスクの欠陥欠陥部に電子ビームを照射して上記材料ガスを分解し、上記欠陥欠陥部に不透明膜を析出させて欠陥欠陥を修正することを特徴とするフォトマスク欠陥修正方法。

2. 特許請求の範囲第1項記載のフォトマスク修正方法において、フォトマスクの基板側から光学的に観察する手段により電子ビームの照射領域の設定を行い、設定された領域の内側のみに電子ビームを照射させて欠陥欠陥を修正することを特徴とするフォトマスク欠陥修正方法。

3. 特許請求の範囲第2項記載のフォトマスク欠陥修正方法において、設定された領域の内側のみを微細に集束した電子ビームを走査させて欠陥欠陥を修正することを特徴とするフォトマスク欠陥修正方法。

4. 特許請求の範囲第2項記載のフォトマスク

欠陥修正方法において、設定された領域と同一寸法の電子ビームを照射して、欠陥欠陥を修正することを特徴とするフォトマスク欠陥修正方法。

発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明はフォトマスクの白点欠陥(欠陥欠陥)を短時間に修正可能にしたフォトマスク欠陥修正方法に関する。

(発明の背景)

フォトマスクの欠陥には、残留欠陥(黒点欠陥)と欠陥欠陥(白点欠陥)の二種類がある。これらの欠陥は、LSI等半導体装置の歩留まりを左右する。またこれらの欠陥の修正は生産性に大きく影響するので、これらの欠陥の修正に要する工程は少なくし、かつ短時間に行う必要がある。

上記フォトマスクに発生する欠陥のうち、残留欠陥(黒点欠陥)については、従来よりレーザによる修正方法たとえば特公昭52-9508号に記載されている方法によって大巾な工程短縮が実現されている。

一方欠落欠陥（白点欠陥）即ち正常なパターンの一部が欠落した様な欠陥については、従来リフト・オフ法が用いられている。このリフト・オフ法はつぎの工程によって行われている。

- (1) 欠落欠陥を有するフォトマスク全面にポジ型フォトリジストを塗布する。
- (2) 部分露光法を用いて欠落欠陥部のみに露光を行う。
- (3) 現象処理により欠落欠陥部のレジストに窓あけを行う。
- (4) 真空蒸着により欠落欠陥部と、その周辺のレジスト上あるいはフォトマスク全面のレジスト上に金属膜を形成する。
- (5) レジスト除去を行い、同時にレジスト上に形成されている金属膜を除去する。

この様に、リフト・オフ法を用いた場合には、多くの工程を必要とするので、フォトマスクの欠落欠陥の修正としては、生産の点で充分なものといえないものである。

また、従来より有機金属ガス雰囲気内で電子ビ

ームを照射して金属を析出する方法が用いられている。この方法はたとえば、15-th Symposium of Ion Implantation and Submicron Fabrication (1984年2月)におけるS.Matsui及びK.Moriによる“New Selective Deposition Technology by Electron Beam Induced Surface Reaction”と題する文献に紹介されている。

この文献で紹介されている方法は、第6図に示す如く、 $\text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ を納めたソースチャンパー1からバルブ2を介して試料3が納められたチャンパー4内に $\text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 蒸気が供給され、サブチャンパー4にかけられたピンホール5を通過する電子銃6からの電子ビーム7が照射され、試料3上にCr膜を析出するというものである。

然るに、上記の文献には単に金属-有機錯体ガス雰囲気内で電子ビームを照射して金属を析出する方法の原理が紹介されているに過ぎず、これを実施するための具体的な方法たとえばフォトマスクの欠落欠陥と、電子ビームとの位置合せ、電子ビームの走査範囲の設定等については何等記載さ

れていない。また通常の走査型電子顕微鏡の機能を利用することもできない。

〔発明の目的〕

本発明は上記金属-有機錯体あるいは有機ガス雰囲気内で電子ビームを照射して金属を析出する方法における技術的な問題点を解決し、フォトマスクの欠落欠陥の修正に要する工程数を少なくし、かつ修正に要する時間を短縮可能にしたフォトマスクの欠陥修正方法を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は上記の目的を達成するため、電子ビーム光学系と同一光軸上を通る光学的観察手段によりフォトマスクの基板側から電子ビームの照射領域を設定し、設定された領域の内側のみに電子ビームを照射させて上記フォトマスクの欠落欠陥を修正することを特徴とするものである。

〔発明の実施例〕

以下本発明の実施例を示す第1図により説明する。

同図において、8は真空チャンバにして、上方

の真空チャンバ8a内には上方から陰極9a、第1陽極9b、第2陽極9cからなる電子銃9と、上部アパーチャ10、ブランキング電極11、下部アパーチャ12、レンズコイル13、偏向コイル14、ステイグマコイル15、とを設けている。上記上部アパーチャ10はその中心部にピンホール10aを形成してこのピンホール10aから上記電子銃9よりの電子ビームを放出させている。上記ブランキング電極11は、上記偏向コイル14による走査位置と、後述の矩形状の開口スリット28の投影位置とを比較し、上記偏向コイル14により走査される電子ビームが第2図に示す矩形投影像34の内側にあるときのみブランキング電極11に電圧を印加せず、電子ビームを下部アパーチャ12のピンホール12aを通過させ、それ以外の時には、ブランキング電極11に電圧を印加して電子ビームを曲げ、上部アパーチャ10よりの電子ビームが下部アパーチャ12のピンホール12a内を通過しないようにしている。即ち、上記ブランキング電極11は下部アパーチャ12とともに電子ビームをON,OFFするようにしている。上記偏向コ

イル14は、上方の真空チャンバ8a内に保持され、その内部の一定面積の矩形領域14a内に上記レンズコイル13により集束された電子ビームを通過させつつ、X-Yに走査する。上記ステイグマコイル1は、上記偏向コイル14よりの電子ビームを通過させつつそのスポット形状を整える如くしている。

また下方の真空チャンバ8b内にはサブチャンバ16、ミラー17を保持し、側壁には窓18を固定している。上記サブチャンバ16は上方中心部にピンホール16aを形成し、このピンホール16aの下方対向位置に窓16bを固定し、内部を開閉弁19aを有する配管19にて材料ガスボンベ20に接続している。この材料ガスボンベ20はその内部に例えば(C₆H₆)、Crを充填している。21は中空状に形成されたX-Yステージにして、欠陥検査装置(図示せず)による欠陥欠陥位置の情報に基づいて駆動される駆動機構(図示せず)によりサブチャンバ16内をX-Y方向に走査する如く保持され、内部に上記サブチャンバ16に固定された対物レンズ22を内蔵し

上方部にパターン面を上向きに1体に固定したフォトマスク23を保持している。24a, 24bは2個1対のハーフミラーにして、互いに上方部が外方に開口するように反対方向に傾斜している。25は結像レンズ、26は接眼レンズ、27は光源27aとミラー27bとからなる照明光学系、28は結像レンズである。

また29は2対のナイフエッジで構成される(1対のみ図示)可変矩形スリット、30は移動機構にして、上記可変矩形スリット29の形状・寸法を可変にしている。31はスリット位置検出器にして、上記2個の可変矩形スリット29を構成するナイフエッジの移動位置を検出する。32は参照光学系にして、レンズ32a、干渉フィルタ32bおよび光源32cとから形成されている。

なお、図示していないが、上記真空チャンバ8内と、必要に応じてサブチャンバ15内とを夫々排気ポンプに接続している。

上記の構成であるから、フォトマスク23をX-Yステージ21上に載置したのち、真空チャンバ8内の気体および必要に応じてサブチャンバ16内の

気体を排気ポンプにより排出させる。

ついで、欠陥検査装置による欠陥位置情報によりX-Yステージ21を駆動してフォトマスク23の欠陥部を対物レンズ22の視野内に再現させる。上記フォトマスク23の欠陥部とその周辺は、上記対物レンズ22、窓16b、ハーフミラー24a, 24b、結像レンズ25、接眼レンズ26を介して照明光学系27による落射照明により基板を通じて観察することができる。同時に参照光学系32の干渉フィルタ32bにより光源32cからの特定波長の光が対物レンズ22と結像レンズ28により、フォトマスク23のパターン33が結像される位置に置かれた可変矩形スリット29の投影像34を逆に結像レンズ28と対物レンズ22によりフォトマスク23のパターン33面に結像され、矩形投影像34は接眼レンズ26により観察することができる。

そこで、作業員はフォトマスク23のパターン33と矩形スリット29の投影像34を同時に観察しながらスリット位置移動機構30により矩形スリット29の投影像34の位置を調整して両者の投影像33, 34

を合致させる。この点を第2図について詳述するとフォトマスク23には通常クロム薄膜で形成されるパターン33面上で矩形投影像34を形成する可変スリット29の位置を移動させ、矩形投影像34が正常なパターン33の外方位置にならないように、かつ欠陥欠陥35を完全に覆うように位置合せが行われる。このとき、電子銃9からの電子ビームが偏向コイル14によって走査された位置と矩形スリット29間の投影位置とを比較し、上記電子ビームの走査位置が矩形スリット29間の矩形投影像34の内側にある場合のみ電子銃9からの電子ビームを下部アパーチャ12のピンホール12a内を通してフォトマスク23のパターン33面に照射される。即ち、電子銃9からフォトマスク23のパターン33面に照射される位置は偏向コイル14により調整され、矩形スリット29の矩形投影像34の位置は移動機構30により調整され、かつ偏向コイル14にて調整される前の電子銃9からフォトマスク23に照射される電子ビームの光線に対する偏向コイル14にて走査位置を調整されたのちの電子ビームの光軸との距

離は偏向コイル14電流から容易に求まる。またハーフミラー24aと参照光学系32を通る光軸から移動機構30により可変矩形スリット29を構成するナイフエッジ先端が移動した距離はスリット位置検出器31により求まる。

ここで上記光軸と各ナイフエッジ先端との距離とフォトマスク23上での光軸と投影された矩形の各辺との距離の比は対物レンズ22と結像レンズ28による投影倍率に一致するから上記各光軸を一致させることにより電子ビームの走査位置と、可変矩形スリット29間の投影像34の位置とを比較することは容易である。

この状態で開閉弁18を開いて材料ガスボンベ20内の材料ガス(C_6H_6)₂Crをサブチャンバ16内に導入して材料ガス(C_6H_6)₂Crがフォトマスク23の欠落欠陥部35を覆い、かつ電子ビームがフォトマスク23の欠落欠陥部35に照射すると材料ガス(C_6H_6)₂から分解したクロムあるいはクロムと炭素の化合物からなる遮光膜を析出することができるので、これによってフォトマスク23に発生した

欠落欠陥部35を完全に修正することができる。即ち、フォトマスク23の欠落欠陥部35に極めて近い位置にある材料ガス(C_6H_6)₂Crの分子が電子ビームのエネルギーにより分解し、クロムあるいはクロムと炭素との化合物が基板上に付着するため、電子ビームの照射領域と同じ形成、寸法の析出膜が得られる。

もし、フォトマスク23に複数個の欠落欠陥35が存在する場合には、各欠落欠陥35について上記と同一作業を順次行うことにより、複数個の欠落欠陥35を修正することができる。修正後は開閉弁19aを閉じ、サブチャンバ16内の材料ガス(C_6H_6)₂Crが酸素と反応して酸化クロムを発生しサブチャンバ16内を汚染する恐れがある場合には、サブチャンバ16内のガスを外部に排出したのち、フォトマスク23を取出して修正作業が完了する。

第1図に示した実施例においては、フォトマスク23の欠落欠陥35の観察および位置合せに用いる光学系が対物レンズ22として無限遠補正系対物レンズを用いた場合について述べたが、これに限定

されるものでなく、たとえば第3図に示す如く、有限補正系の対物レンズ36を使用しても同じ効果を得られることは言うまでもない。

即ち、上記対物レンズ36によるフォトマスク23のパターンは対物レンズ37により観察することができ、一方のハーフミラー24aにより曲げられ、結像した位置におかれた可変矩形スリット29の投影像34は対物レンズ36によりフォトマスク23のパターン33面に投影される。なお、第3図に示したものの中、上記以外は第1図と同一である。

つぎに第4図は本発明の他の実施例を示す。同図においては、上方の真空チャンバ38内に陰極39a、第1陽極39bおよび第2陽極39cからなる電子銃39とブランキング電極40、コンデンサレンズコイル41、上部矩形アパーチャ42a、偏向電極43、整形レンズコイル44、下部矩形アパーチャ42b、縮小レンズコイル45、投影レンズコイル46および偏向電極47を設けている。上記ブランキング電極40は電圧が印加されたとき、電子ビームが曲げられ、上部矩形アパーチャ42aにより遮られるが、それ以外

のときには、コンデンサレンズコイル41により集中されながら上部矩形アパーチャ42bにより電子ビームの断面形状を矩形状にする。偏向電極43は矩形状の整形レンズコイル44により集中された電子ビームをX-Y方向に一定角度だけ偏向させて下部矩形アパーチャ44により矩形状の電子ビームの一部即ち、矩形ビームと下部矩形アパーチャ42bとの重合した部分のみをもとの矩形状の電子ビームより小さな矩形状の電子ビームとして通過するようにしている。また上記偏向電極43はその偏向角度を変えることにより矩形状の電子ビームの各辺の長さを任意に変更することができる。上記偏向電極43により所定の大きさに調整された矩形状の電子ビームは縮小レンズコイル45、投影レンズコイル46により縮小され、サブチャンバ16にあげられたピンホール16aを通過してフォトマスク23の欠落欠陥に投影、照射されるように構成されている。

上記以外は第1図と同一であるから第1図と同一符号をもって示す。

上記の構成であるから、フォトマスク23をX-Yステージ21上に載置したのち、真空チャンバ38内の気体および必要に応じてサブチャンバ16内の気体を排気ポンプにより排出させる。ついで欠陥検査装置による欠陥位置情報によりX-Yステージ21を駆動してフォトマスク23の欠陥部を対物レンズ22の視野内に再現させる。ついで、接眼レンズ26により、第2図に示す如く、矩形スリット29の投影像34とフォトマスク23に形成されるパターン33を観察しながら上記投影像34が上記パターン33の外方位置にならないようにフォトマスク23の欠陥35を完全に覆うように位置合せを行なう。ついで、位置検査器31により可変矩形スリット29の位置を検出し、矩形投影像34の各辺の長さ、中心の座標を求める。上記可変矩形スリット29の位置から求めた長さ、実際の投影像34の長さの比は対物レンズ22と結像レンズ28による投影倍率に一致する。この求めた矩形投影像34の各辺の寸法から上記上部偏向電極43に印加する電圧を調整し、照射される矩形電子ビームの寸法と投影さ

れた投影像34の寸法を一致させる。このようにして求めた矩形電子ビームを下部偏向電極47に印加する電圧を調整して照射される矩形電子ビームの中心と、投影された矩形像34の中心とを一致させる。前もってブランキング電極40により電子ビームをON状態にし、一定時間照射する。然る後開閉弁19aを開いて材料ガスボンベ20から材料ガス(C₆H₆)₂Crをサブチャンバ16内に導入しておけばサブチャンバ16のピンホール16aを通過した電子ビームが照射する矩形領域内で上記材料ガス(C₆H₆)₂Crが分解し、CrあるいはCrと炭素との化合物が析出して欠陥35を完全に修正することができる。なお、第4図に示した実施例においては、欠陥35の観察位置のための光学系の代りに第3図に示した光学系を用いても同一効果が得られる。また上記第1図乃至第4図に示した実施例においては、材料ガスとして(C₆H₆)₂Crを用いた場合について述べたが、この(C₆H₆)₂Crは常温では固体であるが、昇華性があり真空中で10⁻⁷~10⁻⁶Torrの蒸気圧が得られる。また加熱すると、

蒸気圧は増加し、150℃で1乃至2Torrの蒸気圧が得られ、300℃以上で分解する性質を有する。ただし、本発明の場合、電子ビーム照射による発熱のために分解するだけでなく、電子ビームのエネルギーにより直接分解する。また、この材料に限定されるものでなく、たとえば(C₆H₆)₂Mo、(C₆H₆)₂W等の材料を使用することもできる。ただし、この場合、析出する膜はそれぞれMoあるいはMoと炭素との化合物、WあるいはWと炭素との化合物である。

つぎに第5図に本発明のさらに他の実施例を示す。この場合は、電子銃からフォトマスク23への電子ビームの照射系および真空チャンバ8,38は第1図あるいは第4図と同一構成である。フォトマスク23の欠陥35の観察および位置合せのための光学系は対物レンズ22、サブチャンバ16に設けられた窓16b、ミラー17、真空チャンバ8に設けられた窓17、ハーフミラー24、結像レンズ48、TVカメラ49、モニタ50、電子ライン発生器51、制御装置52、発射照射用光源27から構成されている。また

フォトマスク23のパターン33面は対物レンズ22と結像レンズ48によりTVカメラ49の撮像管面に結像され、モニタ50の画面上に表示される。このモニタ50の画面上に表示されたパターンの欠陥35を電子ライン発生器51により発生させて電子ライン53(縦横2本づつ)により正常なパターンから外方に出ないようにかつ欠陥35を完全に覆うように囲む。このときの各電子ライン53の位置信号を制御装置52に送り、電子ビーム照射系が第1図に示した場合には、位置信号によりブランキング電極11を制御して電子銃9からの電子ビームをON,OFFを行なって電子ライン53で囲まれた内側のみに電子ビームを走査させる。また電子ビーム照射系が第4図に示す場合には、各電子ライン53で囲まれた矩形の各辺の長さおよび矩形中心の座標を算出して偏向電極43および47を制御してブランキング電極40により電子ビームをON,OFFさせ、電子ライン54で囲まれた矩形領域内のみに電子ビームを照射する。なお、第5図に示す実施例においては、たとえば、電子ビーム光学系の中心(光

軸) と、モニタ50の画面の中心とを一致させておくことにより、正確な電子ビーム照射位置を設定することができる。

以上述べたる如く、本発明は1工程でフォトマスクの欠陥欠陥の修正を行なうことができ、かつ光学的に観察、位置合せ等を行うので、正確な修正を容易に実施することができる効果を有する。

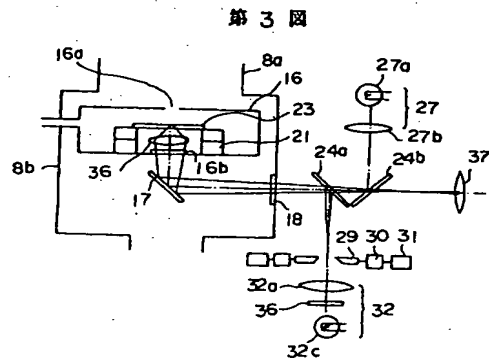
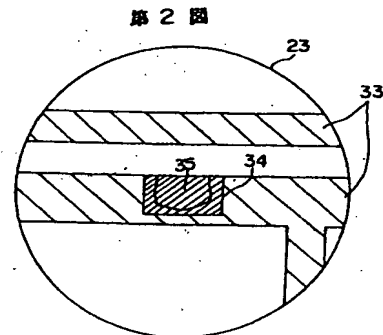
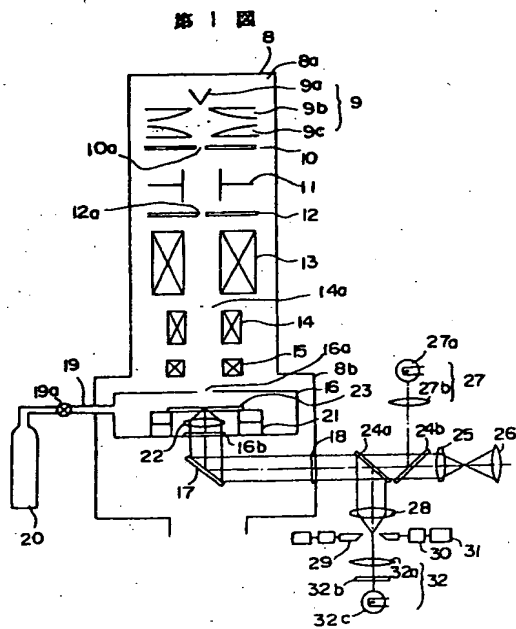
図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すフォトマスク欠陥修正装置を示す構成図、第2図はそのフォトマスクの欠陥の位置合せの説明図、第3図は本発明の他の一実施例を示す光学系の構成図、第4図は本発明の他の一実施例を示すフォトマスク欠陥修正装置を示す構成図、第5図は本発明の他の一実施例を示す光学系の構成図、第6図は従来の金属-有機錯体ガス雰囲気内における電子ビームの照射による金属の析出の一例を示す構成図である。

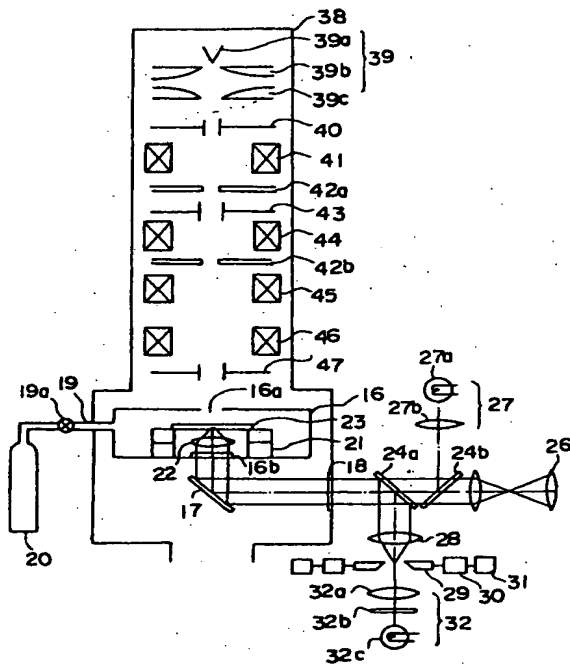
8,38…真空チャンバー、9,38…電子銃、10, 42a…上部アパーチャ、11,40…ブランキング電極、12,42b…下部アパーチャ、13,44…レンズコイル、

14…偏向コイル、15…ステイグマコイル、43…偏向電極、16…サブチャンバ、17…ミラー、18…窓、19…配管、19a…開閉弁、20…材料ガスポンプ、21…X-Yステージ、22…対物レンズ、23…フォトマスク、24…ハーフミラー、25…結像レンズ、26…接眼レンズ、29…可変矩形スリット、30…移動機構、31…スリット位置検出器、32…参照光学系、33…パターン、34…投影像、35…欠陥欠陥。

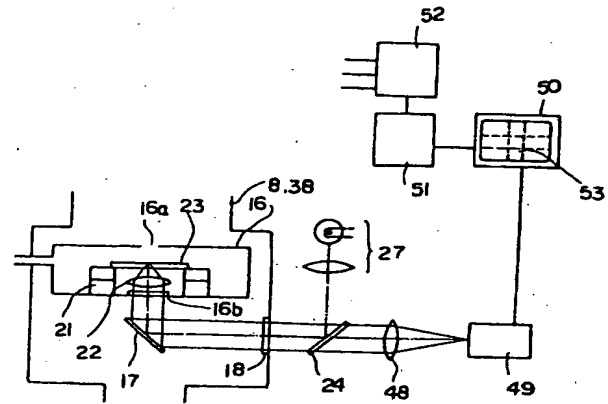
代理人 弁理士 秋 本 正 実



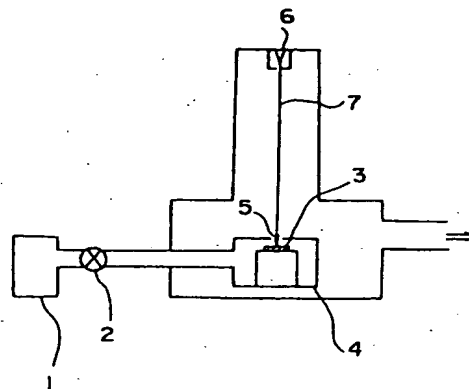
第 4 図



第 5 図



第 6 図



特記号 G1- 25146(8)

第1頁の続き

②発明者 嶋 瀬

朗 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技
術研究所内

②発明者 原 市

聡 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技
術研究所内

Docket # MAN-IT-431

Applic. # 10/6/4,429

Applicant: Christof Schulz, et al

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101